Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич
Должность: и.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Дата подписания: 10.04.2025 10:30:03
Уникальный программный ключ:
3097683b38537e8e27027e8e64c5f15ba3ab904

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра «Электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко»

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
_____ А.Г. Арженовский
"13" _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.11 ГИДРАВЛИКА

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электропривод и автоматика

Курс 3
Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчик: Шевкун Н.А., к.с-х.н, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
«03» 09 2024 г.

Рецензент: Андреев С.А,, к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
(подпись)
«05» 09 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Программа обсуждена на заседании кафедры «Электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко»
протокол № 2 от «11» 09 2024 г.

И.о. зав. кафедрой Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
(подпись)
«11» 09 2024 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
(подпись)
протокол № 2 от «23» 09 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина
Шабаев Е.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
(подпись)
«11» 09 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ **4**

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ **4**

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ **5**

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ **6**

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **6**

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ 6
по семестрам 6
4.2 Содержание дисциплины 9
4.3 Лекции/лабораторные занятия 12

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ **16**

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ **17**

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности 17
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания 22

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **25**

7.1 Основная литература 25
7.2 Дополнительная литература 26
7.3 Нормативные правовые акты 26
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям 26

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) **27**

9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ **27**

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) **28**

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ **28**

Виды и формы отработки пропущенных занятий 29

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ **30**

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.11 «ГИДРАВЛИКА» для подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электропривод и автоматика»

Целью освоения дисциплины Целью освоения дисциплины «Гидравлика» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к решению технологических и эксплуатационных задач профессиональной деятельности, а именно: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», цикл Б1., дисциплина осваивается в 5 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5).

Краткое содержание дисциплины: Гидростатика. Состояния абсолютного и относительного равновесия жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Абсолютное и избыточное давление, вакуум. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Физический смысл и графическая интерпретация уравнения Бернулли. Режимы движения жидкости. Потери напора по длине. Местные потери напора. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре. Гидравлический удар в напорном трубопроводе. Классификация трубопроводов. Назначение, классификация гидравлических машин и область применения. Параметры, характеризующие работу насосов: подача, напор, мощность, кпд. Динамические насосы. Объемные насосы. Система водоснабжения, основные элементы. Нормы и режимы водопотребления. Напорно-регулирующие сооружения. Требования, предъявляемые к качеству воды.

Общая трудоемкость дисциплины: 144 часов/4 зач. ед.

Промежуточный контроль: экзамен

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гидравлика» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к решению технологических и эксплуатационных задач профессиональной деятельности, а именно: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; применять соот-

ветствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard,Miro, Kahoot) и программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.

Использование цифровых технологий повысит эффективность образовательного процесса, вследствие упрощения организационных задач, что позволяет увеличить объем образовательного контента, отработать реальные навыки в виртуальной среде.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Гидравлика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Гидравлика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов 20.012 Работник по организации эксплуатации электротехнического оборудования тепловой электростанции, 20.030 Работник по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи, 40.180 Специалист по проектированию систем электроприовда, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электропривод и автоматика».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Гидравлика» являются «Математика» (1, 2 курс, 1 и 2, 3 семестры), «Физика» (1 и 2 курс, 2, 3 и 4 семестры), «Начертательная геометрия и инженерная графика» (1, 2 курс, 1 и 2, 3 семестры), «Теоретическая механика» (2 курс 3 семестр), «Теоретические основы электротехники» (2 курс, 3 семестры),

Дисциплина «Гидравлика» является основополагающей изучения следующих дисциплин: «Теплотехника» (3 курс, 6 семестр), «Электротехнологии» (4 курс, 7 семестр).

Особенностью дисциплины является не только ее теоретическое, но и прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля. Знания, полученные в ходе освоении дисциплины «Гидравлика», необходимы для реализации технологического и эксплуатационного видов деятельности, а именно: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач с использованием современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) и программных продуктов MS Excel, Word, Power Point и др.

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	информационно-коммуникационные технологии для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности, формы представления анализа для решения поставленной задачи, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google, Jamboard, Miro, Kahoot)	применять информационно-коммуникационные технологии для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	навыками применения информационно-коммуникационных технологий для решения типовых задач гидравлики в профессиональной деятельности, навыками публичного представления результатов решения конкретной задачи, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.

2.	ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.5 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	основные положения статики и динамики жидкости, составляющие основу расчета гидравлических систем; устройство и правила эксплуатации гидравлических машин, используя электронные ресурсы и официальные сайты производителей.	решать типовые инженерные задачи гидравлики с применением соответствующего физико-математического аппарата с применением современных цифровых инструментов и программных продуктов (Excel,Mathcad.и др.)	навыками расчета гидравлических систем и подбора гидромеханического оборудования, навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. во семестре №5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**144**	**144**
1. Контактная работа:	**52,4**	**52,4**
Аудиторная работа	**52,4**	**52,4**
в том числе:		
лекции (Л)	16	16
лабораторные работы (ЛР)	34	34
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	**91,6**	**91,6**
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	10	10
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	57	57
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
Раздел 1 Гидравлика	**89**	**10**	**24**		**55**
Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	15	2	2		11
Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	21	2	8		11
Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	17	2	4		11
Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	19	2	6		11
Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	17	2	4		11
Раздел 2 Гидравлические машины	**32**	**4**	**6**		**22**
Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	16	2	3		11
Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	16	2	3		11
Раздел 3. Водоснабжение	**20,6**	**2**	**4**		**14,6**
Тема 8. Система водоснабжения,	20,6	2	4		14,6

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
основные элементы. Водоподготовка.					
Консультации перед экзаменом	2			2	
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
Всего за 5 семестр	**144**	16	34	2,4	55,6
Итого по дисциплине	**144**	**16**	**34**	**2,4**	**55,6**

Раздел 1 Гидравлика

Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства

Общие сведения. Понятие «жидкость». Основные физические свойства жидкости. Модели жидкой среды: идеальная, ньютоновская и неньютоновская жидкости. Силы и напряжения, действующие в жидкости.

Гидростатика. Состояния абсолютного и относительного равновесия жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера). Интегрирование уравнений равновесия для относительного и абсолютного покоя однородной несжимаемой жидкости. Основное уравнение гидростатики. Поверхности равного давления.

Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности

Абсолютное и избыточное давление, вакуум. Пьезометрическая высота. Гидростатический и пьезометрический напоры. Геометрическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Методы и приборы для измерения давления. Сообщающиеся сосуды. Закон Паскаля. Принципы и схемы использования законов гидростатики в гидравлических машинах.

Сила давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления. Эпюры гидростатического давления. Сила давления жидкости на криволинейные поверхности. Горизонтальные и вертикальная составляющие силы. Тело давления. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел

Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.

Гидродинамика. Классификация видов движения жидкости. Неустановившееся и установившееся движение жидкости. Линия тока. Трубка тока и элементарная струйка. Понятие о вихревом и безвихревом (потенциальном) движении. Поток жидкости. Расход. Живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус. Средняя скорость потока. Уравнение неразрывности при установившемся плавно изменяющемся движении жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока идеальной и реальной жидкости. Физический смысл и графическая интерпретация уравнения Бернулли. Режимы

движения жидкости. Пульсации скоростей и давлений. Число Рейнольдса и его критическое значение.

Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки

Потери напора по длине. Формула Дарси-Вейсбаха. Коэффициент Дарси. Формула Шези. Местные потери напора при турбулентном установившемся движении жидкости. Коэффициент местных сопротивлений. Методы и приборы для измерения расхода жидкости.

Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре. Виды сжатия струи. Виды насадков. Коэффициенты расхода, скорости, сжатия струи. Вакуум во внешнем цилиндрическом насадке. Коэффициент расхода системы. Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при переменном напоре.

Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов

Гидравлический удар в напорном трубопроводе Формула Н.Е. Жуковского. Скорость распространения ударной волны. Фаза гидравлического удара. Прямой и непрямой гидравлический удар. Диаграмма изменения давления у задвижки.

Классификация трубопроводов. Гидравлический расчет коротких и длинных трубопроводов. Расчет простого трубопровода. Расчет тупиковой и кольцевой сети трубопроводов.

Раздел 2 Гидравлические машины

Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса

Общие сведения. Назначение, классификация гидравлических машин и область применения. Параметры, характеризующие работу насосов: подача, напор, мощность, кпд.

Динамические насосы. Центробежные насосы. Назначение, устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки. Условия безопасного запуска и остановки центробежных насосов. Основное уравнение лопастных насосов (уравнение Эйлера). Формула теоретического напора центробежного насоса. Рабочие характеристики центробежного насоса. Испытания центробежных насосов. Построение рабочих характеристик по экспериментальным данным.

Основы теории подобия лопастных насосов. Удельная частота вращения насоса. Типизация лопастных насосов по удельной частоте. Пересчет рабочих характеристик лопастных насосов на другую частоту вращении. Работа насоса на сеть, рабочая точка. Регулирование подачи лопастных насосов.

Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов

Последовательная и параллельная работа насосов на сеть. Предельная высота всасывания и кавитация. Методы и средства борьбы с кавитацией. Подбор центробежных насосов по каталогу.

Объемные насосы. Поршневые насосы. Назначение, устройство, принцип действия, область применения, достоинства и недостатки. Неравномерность подачи поршневых насосов, способы борьбы с неравномерностью. Графики неравномерности подачи. Регулирование подачи. Роторные насосы (шестеренные, винтовые), роторно-шиберные, поршеньковые особенности конструкции и принцип действия. Характеристики и способ регулирования подачи. Обратимость роторных насосов

Раздел 3. Водоснабжение

Тема 8. Система водоснабжения, основные элементы. Водоподготовка.

Система водоснабжения, основные элементы. Схемы водоснабжения из поверхностных и подземных источников. Групповые и локальные трубопроводы. Башенные и безбашенные схемы водоснабжения.

Нормы и режимы водопотребления. Неравномерность водопотребления. Определение потребности в воде. Водопроводные насосные станции. Классификация. Графики водоподачи.

Напорно-регулирующие сооружения. Водонапорные башни, резервуары и воздушно-водяные котлы, их назначение. Определение высоты водонапорной башни и объема напорно-регулирующего резервуара.

Водопроводные сети. Противопожарное водоснабжение. Средства механизации подъема воды. Насосы общего назначения и водоподъемники.

Требования, предъявляемые к качеству воды. Способы улучшения качества воды.

4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	**Раздел 1 Гидравлика**				**34**
	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его	Лекция № 1 Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 1.1 «Основные физические	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3	защита лабораторных ра-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	свойства	свойства жидкостей»	(ОПК-3.5)	бот	
	Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Лекция № 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 1.2. «Гидростатическое давление. Методы и средства для измерения давления»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа № 1.3. «Исследование закона Паскаля»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа № 1.4. «Определение силы гидростатического давления на плоскую стенку»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа №1.5 «Закон Архимеда»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ тестирование №1 с использованием цифрового сервиса Яндекс.Формы	2
	Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	Лекция № 3 Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 2.1. «Исследование уравнения Бернулли»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа № 2.2 «Режимы движения жидкости. Определение числа Рейнольдса»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
	Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Лекция № 4 Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 2.3. «Определение коэффициента гидравлического трения по длине трубы»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа № 2.4. «Определение коэффициентов местных сопротивлений»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лабораторная работа № 2.5. «Определение коэффициентов расхода, сжатия и скорости при истечении из отверстий и насадков»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
	Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	Лекция № 5 Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 2.6. «Методы определения расхода жидкости. Расходомеры»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа № 2.7. «Исследование гидравлического удара в напорном трубопроводе»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ тестирование №2 с использованием цифрового сервиса Яндекс.Формы	2
2	**Раздел 2 Гидравлические машины**				**10**
	Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	Лекция № 6 Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 3.1. «Испытание центробежного насоса»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
		Лабораторная работа № 3.2. «Подбор насоса по каталогу»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	1
	Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	Лекция № 7 Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 3.3 «Построение характеристик трубопровода»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	1
		Лабораторная работа № 3.4. «Параллельная и последовательная работа насосов»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	2
3	**Раздел 3. Водоснабжение**				**6**
	Тема 8. Система водоснабжения, основные	Лекция № 8 Система водоснабжения, основные элементы. Водоподготовка.	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 4.1.	УК-1 (УК-	защита лабо-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	элементы. Водоподготовка.	«Изучение работы автоматизированной пневматической водонапорной установки»	1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	раторных работ	
		Лабораторная работа № 4.2. «Изучение работы водоструйной водоподъемной установки»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	1
		Лабораторная работа № 4.3. «Изучение работы воздушного водоподъемника (эрлифта)»	УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5)	защита лабораторных работ	1

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 Гидравлика		
1.	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	Единицы измерения. Силы и напряжения, действующие в жидкости. (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
2.	Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Абсолютный и относительный покой жидкости. Закон Архимеда. Плавание тел. Остойчивость. Принципы и схемы использования законов гидростатики в гидравлических машинах. (УК-2 (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
3.	Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	Кинематика жидкости. Пульсации скоростей и давлений. (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
4.	Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Истечение через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при переменном напоре. (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
5.	Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	Методы и приборы для измерения расхода жидкости. Расчет простого трубопровода. Расчет тупиковой и кольцевой сети трубопроводов. Защита от воздействия гидравлических ударов. Использование гидравлического удара для очистки водопроводных труб от отложений. ((УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
Раздел 2 Гидравлические машины		
6	Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин.	Условия безопасного запуска и остановки центробежных насосов. Основы теории подобия лопастных насосов. Удельная частота вращения насоса. Типизация лопастных насосов по удель-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Рабочие характеристики центробежного насоса	ной частоте. Пересчет рабочих характеристик лопастных насосов на другую частоту вращении. (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
7	Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	Условия безопасного запуска и остановки поршневых насосов. Роторные насосы (шестеренные, винтовые), роторно-шиберные, поршеньковые особенности конструкции и принцип действия. Характеристики и способ регулирования подачи. Обратимость роторных насосов. (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))
Раздел 3. Водоснабжение		
8	Тема 8. Система водоснабжения, основные элементы. Водоподготовка.	Запасные и регулирующие сооружения. Напоры в системах водоснабжения. Зонирование трубопроводной сети. Оборудование и приборы на водопроводной сети. Состав природных вод. Требования, предъявляемые к ним различными водопотребителями. Водоподъемники: шнуровые, ленточные. Средства автоматизации подачи распределения воды. Механизация водораспределения. Дождевальные машины. (УК-1 (УК-1.1), ОПК-3 (ОПК-3.5))

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
2.	Тема 2. Абсолютное и избыточное давление. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
3.	Тема 3. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
4.	Тема 4. Потери напора. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
5.	Тема 5. Гидравлический удар. Классификация трубопроводов	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериа-

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
			лов;
6.	Тема 6. Назначение и классификация гидравлических машин. Рабочие характеристики центробежного насоса	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
7.	Тема 7. Кавитация. Назначение, устройство, принцип действия объемных насосов	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;
8.	Тема 8. Система водоснабжения, основные элементы. Водоподготовка.	Л	Проблемная лекция
		ЛР	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ; Интерактивное занятие с применением видеоматериалов;

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Расчетно-графическая работа (РГР). Задание на расчетно-графическую работу включает в себя 6 разновариантных задач примерно одинакового уровня сложности. Каждая из задач, включенных в задание РГР, представляет одну из тем курса дисциплины «Гидравлика».

Перечень тем, рассматриваемых в расчетно-графической работе, следующий: физические свойства жидкости; методы измерения гидростатического давления; закон Паскаля; плавание тел, остойчивость; силы давления жидкости на плоские поверхности; силы давления жидкости на криволинейные поверхности; относительный покой жидкости; уравнение Бернулли; режимы движения жидкости; потери напора по длине; местные сопротивления; истечение жидкости через отверстия и насадки; методы определения расхода жидкости, расходомеры; гидравлический удар в напорном трубопроводе; гидравлические машины; водоснабжение.

Пример условия одной из типовых задач расчетно-графической работы приведен ниже.

Задача

Определить натяжение каната T удерживающего затвор (см. рис.), который закрывает круглое отверстие r = 1 м в плоской наклонной стенке, если заданы следующие линейные размеры: H = 3 м, l = 1,8 м и углы $\alpha_1 = \alpha_2 = 60°$.

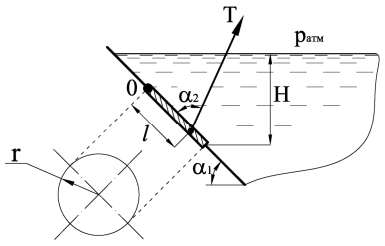

Рис. к задаче

Текущее тестирование. Необходимо для оценки текущей успеваемости и усвояемости изучаемого студентами материала и предполагает проведение двух тестирований, по разделу «Гидравлика» на темы «Физические свойства жидкости и гидростатика» и «Гидродинамика». Каждый тест состоит из 10 вопросов. Тестирование производится письменно на 5 и 11 неделях учебного семестра. Выдержка из примерного билета тестового задания представлена ниже.

Физические свойства жидкости и гидростатика Вариант **№1**

Вопросы	Ответы
1.1. К каким силам (массовым или поверхностным) относятся силы тяжести, силы давления, силы трения и силы инерции?	1. Силы трения и силы инерции - к поверхностным, силы давления и силы тяжести к массовым. 2. К массовым - силы тяжести, силы инерции и силы давления, к поверхностным - силы трения. 3. Предыдущие ответы неверны. Дайте свой правильный ответ.
1.2. Чему равняется разность давлений в двух бесконечно близких точках жидкости, находящейся в состоянии равновесия? Точки расположены на одной вертикали, ось Z направлена вверх, оси X и Y лежат в горизонтальной плоскости.	1. dp = ρ (Xdx + Ydy). 2. dp = ρXdx. 3. dp = ρYdy. 4. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.

Гидродинамика Вариант **№1**

Вопросы	Ответы
2.1. Изменяются ли очертания линий тока в установившемся и неустановившемся движениях с течением времени?	1. В установившемся – да, в неустановившемся – нет. 2. В установившемся и неустановившемся – нет. 3. В установившемся и неустановившемся – да. 4. В установившемся – нет, в неустановившемся – да.
2.2. Какова средняя скорость потока в сечении площадью 8,0 см^2, если расход потока 1,6 л/с?	1. 2,0 м/с 2.0,2 м/с 3.0,5 м/с 4. Верных ответов нет

Лабораторные работы (ЛР) направлены на практическое закрепление теоретического материала дисциплины «Гидравлика», В результате студент должен знать основные положения статики и динамики жидкости, составляющие основу расчета гидравлических систем; устройство и принцип действия гидравлических машин и систем; уметь применять средства измерения основных гидравлических параметров; использовать нормативные и справочные документы; применять полученные знания и навыки при изучении специальных дисциплин; владеть методами расчета гидравлических систем и подбора гидромеханического оборудования; навыками выполнения

гидравлических исследований, обработки и анализа их результатов. В курсе «Гидравлика» предполагается выполнение 19 лабораторных работ.

Допуск к выполнению ЛР происходит при условии освоения материала и наличия у студента заполненной таблицы опытных данных в журнале лабораторных работ. Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Пример перечня вопросов при защите лабораторной работы № 1 «Основные физические свойства жидкостей»

1.1 Какие физические свойства жидкости Вы знаете?

1.2 Дайте определение плотности, удельного и относительного веса жидкости.

1.3 Что такое температурное расширение и сжимаемость жидкости? Чем они характеризуются?

1.4 Дайте определение вязкости жидкости. Как записывается выражение для касательного напряжения согласно закону внутреннего трения, открытому Ньютоном?

1.5 Какова связь динамической и кинематической вязкости, каковы их единицы измерения? Какими приборами определяется вязкость жидкости?

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине

Раздел 1. Гидравлика

1. Основные физические свойства жидкости.
2. Приборы для измерения плотности, удельного веса и вязкости.
3. Силы и напряжения, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства.
4. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера).
5. Основное уравнение гидростатического давления.
6. Гидростатический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами гидростатический напор и его составные части.
7. Пьезометрический напор. Показать на чертеже сосуда с жидкостью и пьезометрами пьезометрический напор и его составные части.
8. Понятие абсолютного давления, избыточного давления и вакуума. Их измерение.
9. Закон Паскаля. Принцип устройства и расчета гидравлического пресса.
10. Использование законов Паскаля и сообщающихся сосудов в гидростатических машинах.
11. Приборы для измерения давления жидкости.
12. Определение силы гидростатического давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
13. Гидростатический парадокс.

14. Построение эпюр гидростатического давления жидкости на плоские и ломаные стенки.

15. Определение силы гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность.

16. Определение вертикальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность. Построение тела давления.

17. Определение горизонтальной составляющей силы гидростатического давления на криволинейную поверхность.

18. Объяснить следующие понятия: расход, средняя скорость, смоченный периметр, гидравлический радиус. Вывести уравнение неразрывности для потока жидкости.

19. Объяснить следующие понятия: установившееся и неустановившееся движение, траектория и линия тока, напорное и безнапорное движение потока, равномерное движение потока.

20. Вывести уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.

21. Вывести уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.

22. Вывести уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и объяснить физический и геометрический смысл входящих в него членов.

23. Объяснить геометрический и физический смысл уравнения Бернулли для потока реальной жидкости.

24. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса и его критическое значение.

25. Определение потерь напора при напорном движении жидкости в круглых трубах.

26. Формула Дарси. Определение коэффициента λ в зависимости от режима движения жидкости.

27. Гидравлически гладкие и шероховатые поверхности. От чего зависит коэффициент λ в указанных условиях движения жидкости в трубопроводах.

28. От каких факторов и как зависят потери энергии, коэффициент Дарси при ламинарном и при турбулентном режиме движения жидкости.

29. Местные сопротивления и местные потери напора. Принцип сложения потерь.

30. Опытное определение местных потерь напора и коэффициентов местных потерь.

31. Объяснить следующие понятия: малое отверстие, тонкая стенка, сжатие струи, полное сжатие, совершенное сжатие, инверсия струи.

32. Вывести формулу для определения скорости истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.

33. Вывести формулу для определения расхода истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.

34. Классификация насадков. Особенности истечения через насадки.

35. Методы и приборы для измерения расхода жидкости.

36. Гидравлический удар в трубах. Формула профессора Н.Е. Жуковского.

37. Виды гидравлического удара. Определение повышения давления при различных видах удара.

38. Методы предотвращения и борьбы с гидравлическим ударом.

39. Классификация трубопроводов.

40. Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Типы решаемых задач.

41. Гидравлический расчет коротких трубопроводов. Выбор сечений для составления уравнения Бернулли.

42. Методика расчета короткого трубопровода.

43. Длинные трубопроводы.

44. Гидравлический расчет длинных трубопроводов. Типы решаемых задач.

45. Тупиковые трубопроводы. Особенности гидравлического расчета.

Раздел 2 Гидравлические машины

1. Общая классификация насосов. Принцип действия насосов различных классов.

2. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Область их применения, пуск в ход, регулирование подачи, достоинства и недостатки.

3. Что такое напор насоса? Вывести эксплуатационную формулу напора насоса.

4. Напор насоса. Вывод проектной формулы напора.

5. Определение напора насоса по показаниям приборов (эксплуатационная формула).

6. Основное уравнение работы центробежного насоса.

7. Рабочие характеристики H-Q, N-Q, η-Q центробежных насосов. Как они получаются на практике?

8. Работа центробежного насоса на данный трубопровод. Характеристика трубопровода и ее построение. Рабочая точка.

9. Как подобрать насос по рабочим характеристикам?

10. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на общий трубопровод.

11. Пересчет рабочей характеристики H-Q центробежного насоса на новую частоту вращения. Обточка рабочего колеса центробежного насоса. Как изменяются при обточке напор и мощность, чем это объясняется?

12. Способы регулирования подачи центробежных насосов.

13. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на общий трубопровод. Эффективность параллельной работы.

14. Предельная высота всасывания. Кавитация. Борьба с кавитацией.

15. Подбор насоса по рабочим характеристикам.

16. Объемные насосы. Общая формула их производительности. Характер зависимости между H и Q при постоянной частоте вращения. Регулирование подачи.

17. Принцип действия и основные типы поршневых насосов. Их достоинства и недостатки. Регулирование подачи. Средняя производительность поршневых насосов.

18. Формула мгновенного расхода. Графики подачи поршневых насосов простого, двойного и тройного действия.

Раздел 3 Водоснабжение

1. Схемы систем водоснабжения с забором воды из поверхностного и подземного водоисточников. Основные элементы схемы.

2. Схемы систем водоснабжения с забором воды из поверхностного водоисточника. Основные элементы схемы.

3. Суточная и часовая неравномерность водопотребления. Определение расчетного (пикового) расхода.

4. Производительность и напор водопроводной насосной станции.

5. Определение емкости бака водонапорной башни.

6. Определение высоты водонапорной башни.

7. Эрлифт, схема и принцип действия.

8. Пневматическая водоподъемная установка. Схема и принцип действия.

9. Водоструйная водоподъемная установка. Схема и принцип действия.

10. Требования, предъявляемые к качеству питьевой воды.

11. Способы улучшения качества воды.

12. Технологические схемы очистки воды

13. . Пригодность источника водоснабжения определяется следующими основными требованиями. Санитарная охрана источников водоснабжения и водопроводных сооружений.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Оценка текущей работы и промежуточный контроль студентов осуществляется на основе традиционной системы контроля и оценки успеваемости. Традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов представлена критериями выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценки выполнения тестов:

Текущее тестирование (в электронной форме с использованием цифрового сервиса Яндек.Формы) производится на 5 и 11 неделях учебного семестра. Каждый тест состоит из 10 вопросов. Критерии оценивания:

- правильные ответы на 5 и менее заданий – 2 балла (неудовлетворительно),
- правильные ответы на 6 - 7 заданий – 3 балла (удовлетворительно),
- правильные ответы на 7 - 8 заданий – 4 балла (хорошо),
- правильные ответы на 8 - 10 заданий – 5 баллов (отлично),

Основаниями для снижения оценки на 1 балл являются: отсутствие обоснования выбранного ответа, неполный ответ; небрежное выполнение, ошибки в обозначениях и т.п.

Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ:

К защите лабораторной работы представляется отчет с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом, выводами. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых расчетных формул, обозначений и т.п.; отсутствия необходимого графического материала; некорректной обработки результатов измерений.

Защита отчета по лабораторной работе проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя по традиционной системе оценки системе. В случае получения при защите лабораторной работы неудовлетворительной оценки, работа подлежит повторной защите.

Таблица 7

Критерии оценивания защиты лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	**«отлично»** – студент излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы, знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости по теме лабораторной работы
Средний уровень «4» (хорошо)	**«хорошо»** – студент излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или описки, что в целом не вызывает сомнений в освоении темы лабораторной работы
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	**«удовлетворительно»** – студент не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания темы работы без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности, однако умеет применять знания и умения по теме работы,
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	**«неудовлетворительно»** – студент не освоил значительную часть содержания материала лабораторной работы; допускает существенные ошибки в изложении материала; не умеет выделить главное и сделать выводы.

Критерии оценки выполнения расчетно-графической работы (РГР)

Расчетно-графическая работа состоит из 6 разновариантных задач по темам изучаемого курса дисциплины «Гидравлика» предполагающих выполнение гидравлических расчетов, построение гидравлических схем, графиков или диаграмм. Задание на расчетно-графичекую работу выдаются на

1 - 2 неделях учебного семестра. Студенты самостоятельно выполняют РГР и представляют ее в рукописном или печатном виде на листах формата А4. Расчетно-графическая работа не может быть принята и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимого графического материала или отсутствие в графическом материале необходимых обозначений (силы, давления, расстояния, площади и т.д.), используемых в расчете; некорректной обработки результатов расчетов. Выполнение РГР является обязательным элементом, влияющим на допуск, к сдаче экзамена по дисциплине.

Таблица 8

Критерии оценивания РГР

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	**«отлично»** – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР логично, последовательно и аргументировано изложил решение задач.
Средний уровень «4»	**«хорошо»** – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР логично, последовательно и аргументировано изложил решение задач, но в решении задач имеются незначительные ошибки и неточности.
Пороговый уровень «3»	**«удовлетворительно»** – студент самостоятельно и в полном объеме выполнил РГР, однако в решении имеются ошибки и неточности, отсутствует пояснения методики решения задач, небрежное оформление работы
Минимальный уровень «2»	**«неудовлетворительно»** – студент не выполнил РГР

При получении неудовлетворительной оценки по расчетно-графической работе она подлежит исправлению и повторной сдаче.

Критерии оценивания промежуточного контроля:

К экзамену допускается студент, полностью выполнивший все виды учебной и самостоятельной работы и сдавший отчетные материалы.

Экзамен проводится в устной форме в виде доклада студента по каждому экзаменационному вопросу с представлением на листе ответа: уравнений, формул, расчетных схем, графиков и т.п. и ответов (если потребуется) на дополнительные вопросы преподавателя.

Качество освоения дисциплины, уровень сформированности заявленных универсальных и общепрофессиональных компетенций, знания и умения студента оцениваются в соответствии с традиционной технологией:

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 9

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку **«отлично»** заслуживает студент, который излагает содержание вопроса логически верно, аргументировано, умеет делать выводы; правильно формулирует основные законы гидравлики; знает и применяет основные формулы и расчетные зависимости;

	владеет методами расчета гидравлических систем; знает устройство, принцип действия и основные характеристики работы гидравлических машин и приводов. **Компетенции**, закреплённые за дисциплиной, **сформированы на уровне – высокий**.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку **«хорошо»** заслуживает студент, который излагает содержание вопроса логически верно и по существу, умеет делать выводы и приводит примеры из практики, но допускает некоторые неточности и незначительные ошибки или описки, что в целом не вызывает сомнений в освоении дисциплины. **Компетенции**, закреплённые за дисциплиной, **сформированы на уровне – хороший (средний)**.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, который не в полной мере владеет навыками логично и аргументировано излагать содержание материала, имеет общие знания основного содержания дисциплины без освоения некоторых существенных положений, допускает неточности и затрудняется в теоретических выводах, однако умеет применять знания и умения в практических работах, владеет навыками работы со справочной и учебной литературой, умеет пользоваться нормативными документами. **Компетенции**, закреплённые за дисциплиной, **сформированы на уровне – достаточный**.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, который не освоил значительную часть содержания дисциплины; допускает существенные ошибки в изложении материала; не в полной мере владеет методами выполнения гидравлических расчетов; не умеет выделить главное и сделать выводы. **Компетенции**, закреплённые за дисциплиной, **не сформированы**.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Гидравлика: Учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 420 с.

2. Кожевникова Н.Г., Тогунова Н.П., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Кривчанский В.Ф.

Практикум по гидравлике: Учебное пособие М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 428 с.

3. Гидравлика и гидравлические машины. Лабораторный практикум: Учебное пособие. / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный, В.А. Шевкун, А.А. Цымбал, Б.Т. Бекишенв - СПб.: Издательство «Лань», 2016. - 352 с.: ил. - Режим доступа https://e.lanbook.com/reader/book/76272/#1

4. Механика жидкости и газа: учебное пособие / Н.Г. Кожевникова, Н.А. Шевкун, А.В., Драный / ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – М.: ООО «Мегаполис», 2021.– 161.

7.2 Дополнительная литература

1. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.1. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 288 с.

2. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.2. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 494 с.

3. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Учебное пособие. Т.3. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 256 с.

4. Калекин А. А. Гидравлика и гидравлические машины: Учебное пособие. – М.: Мир, 2005. – 512 с.

5. Орлов В.А., Квитка Л.А. Водоснабжение: Учебник. – И.: ИНФРА-М, 2015. – 443 с.

6. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справочное пособие. 9-е изд. – М.: ООО «БАСЕТ», 2007. – 336 с.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ 2.704-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.

2. СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

3. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации методам контроля качества».

4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Кожевникова Н.Г. Гидростатика: методические указания / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А. В. Драный ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : РГАУ-МСХАиме-ни К. А. Тимирязева, 2018. – 84 с.– Текст : электронный.

2. Кожевникова Н.Г. Гидродинамика : практикум/ Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун[и др.] ; Российский государственный аграрный университет –МСХА имени К.А. Тимирязева. - Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2019. −154 с.−Текст : электронный. DOI: 10.34677/2019.049

3. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А. и др. Гидравлика, гидромашины и сельскохозяйственное водоснабжение Часть 3. Гидравлические машины: Практикум / Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин, Н.А. Шевкун, А.В. Драный. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 82 с.

4. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. Гидравлика : Методические указания / Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, 40 с.

5. Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. Журнал лабораторных работ по дисциплинам «Гидравлика», «Гидравлика и гидравлические машины», «Гидрогазодинамика» и «Водоснабжение» / Кожевникова Н.Г., Ещин А.В., Шевкун Н.А., Драный А.В. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2015. – 44 с.

6. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. и др. Насосы: Методическое пособие. – М.: МГАУ, 2008 г. – 80 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. http://www.agrovodcom.ru ООО «Агроводком» официальный дилер крупнейших производителей насосного оборудования России (открытый доступ).

2. http://library.timacad.ru Электронно-библиотечная система ЦНБ имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (открытый доступ).

3. http://rucont.ru Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ» (открытый доступ).

4. http://www.techgidravlika.ru Информационно-справочная система (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица10

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Раздел 1 «Гидравлика» Раздел 2 «Гидравлические машины» Раздел 3 «Водоснабжение»	Microsoft Office 365	Офисный пакет	Microsoft	2021
2	Раздел 1 «Гидравлика» Раздел 2 «Гидравлические машины» Раздел 3 «Водоснабжение»	Яндекс Телемост	Видеоконференции	Яндекс	2021

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 11

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
23 корпус, 7 аудитория	1.Экран ClassicLyra (Инв.№ 410134000001609) 2. Проектор BenQMX711 (Инв. №410134000001611) 3. Доска настенная 3-элементная (Инв.№ 210136000005980)
23 корпус, 7б аудитория	1. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-1 (Инв.№ 210134000002961) 2. Стенд гидравлический универсальный лабораторный ГУЛС-2 “Гидростатика” (Инв.№ 210134000002962) 3. Манометр МТ2С-712М1-1-0-10 (Инв. №210134000002454) 4. Емкость для воды (Инв.№210134000001926) 5. Система трубопроводов на стание с гидроемкостью (Инв.№ 210134000002785) 6. Датчик расхода с индикацией параметров (Инв.№210134000002783) 7. Датчик давления -2 шт(Инв.№210134000002782 ; 210134000002781) 8. Шкаф системы управления с индикаторами (Инв.№210134000002784) 9.. Центробежные насосы -2шт (Инв.№210134000002779; 210134000002780) 10. Стенд лабораторный по исследованию работы пневматической водоподъемной установки (Инв.№ 210134000002963)

Для самостоятельной работы студентов так же предусмотрены Читальный зал Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева и комнаты самоподготовки студентов в общежитиях.

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими ви-

дами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

лабораторные работы (занятия семинарского типа);

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Посещение лекционных занятий является обязательным. Пропущенный лекционный материал необходимо законспектировать и предоставить лектору для отработки.

При проведении лабораторных работ студент должен иметь свой персональный журнал для выполнения лабораторных работ, который он оформляет в отдельной тетради или на листах формата А4 в соответствии с установленной формой. Наличие одного журнала на двух и более студентов при выполнении лабораторной работы недопустимо.

Перед началом лабораторной работы студент должен самостоятельно уяснить: содержание работы, последовательность выполнения наблюдений и измерений, методику обработки экспериментальных данных. Общие сведения по темам лабораторных работ представлены в методических указаниях к проведению лабораторных работ. Пропущенные лабораторные работы подлежат отработке в соответствии с графиком отработок, составляемым за две недели до конца учебного семестра.

При изучении курса дисциплины особое внимание следует уделить следующим вопросам: основное уравнение гидростатики, силы давления на плоские и криволинейные поверхности, уравнение Бернулли, потери напора, истечение жидкости через отверстия и насадки, гидравлический удар, основные показатели работы насосов, рабочие характеристик насосов, характеристика трубопровода, параллельная и последовательная работа насосов, кавитация, гидродинамические передачи.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему (раздел), предоставить преподавателю конспект пропущенной лекции и ответить в устой форме на вопросы задаваемые преподавателем по теме лекции.

Пропущенные лабораторные занятия отрабатываются в конце семестра в соответствие с установленным кафедрой графиком отработок. Перед отработкой лабораторной работы студент самостоятельно изучает теоретический материал по теме работы, порядок ее проведения и методику обработки опытных

данных. Данные полученные при выполнении пропущенной лабораторной работы заносит в заранее подготовленный отчет. После обработки опытных данных оформленный должным образом отчет о выполнении лабораторной работы предоставляется ведущему преподавателю для защиты.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Наилучшей формой организации обучения дисциплине «Гидравлика» представляется такая, при которой все виды учебных занятий (лекция, лабораторные занятия, расчетно-графические работы) образуют единый взаимосвязанный учебный процесс. Главным звеном этого процесса являются лекции, на которых налагается основное содержание курса и дается научная и методическая установка в изучении преподаваемой дисциплины. При условии своевременного закрепления лекционного материала на групповых занятиях и в процессе выполнения домашних заданий студенты являются на очередные лекции достаточно подготовленными для их прослушивания и усвоения.

Во время лекций демонстрация слайдов или презентаций является предпочтительнее. Применение слайдов и презентаций требует тщательной работы, по методическому обеспечению таких занятий: отбор необходимых фрагментов фильмов и слайдов, подбор иллюстраций и чертежей, проверка качества их демонстрации, затрачиваемого временя и т.д.

Проведение лабораторных занятий является одним из важнейших элементов закрепления пройденного материала, а также приобретения практических навыков студентами.

Лабораторные занятия целесообразнее проводить с подгруппой. Необходимо заранее известить студентов о теме будущего лабораторного занятия, указать на необходимость самостоятельного ознакомления с:

– целью лабораторной работы;

– теоретическим материалом, необходимым для выполнения данной работы;

– порядком выполнения работы и снятием экспериментальных данных;

– методикой обработки полученных в процессе лабораторной работы результатов;

– подумать о выводах, которые необходимо сделать в конце работы.

На лабораторную работу студент должен придти с подготовленным конспектом лабораторной работы.

Все лабораторные работы должны быть оформлены в отдельном «Журнале для лабораторных работ». Это может быть отдельная тетрадь, в которой студент на основе методических рекомендаций для проведения лабораторной работы, разработанных кафедрой, готовит свой персональный конспект, либо отдельный разработанный и изданный кафедрой макет конспекта лабораторной работы.

При достаточной технической оснащенности учебной лаборатории кафедры студенты выполняют лабораторную работу, предварительно разбившись

по «бригадам», включающим в себя по 4 – 5 студентов. Если же нет такой технической возможности, то лабораторная работа выполняется сразу всей подгруппой или ½ подгруппы. При этом преподаватель распределяет между студентами обязанности по выполнению лабораторной работы, стараясь задействовать в работе как можно больше студентов.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель или ассистирующий ему инженер (лаборант) учебной лаборатории проводит инструктаж по технике безопасности.

После снятия опытных данных студенты обрабатывают результаты эксперимента, строят графики (если они предусмотрены в работе), делают выводы по работе.

После выполнения лабораторной работы целесообразно проводить ее «защиту». Это позволяет студентам еще раз повторить и осмыслить пройденный материал, а преподавателю оценить степень усвоения пройденного студентами материала.

Текущее тестирование целесообразно проводить 2 - 3 раза в течение семестра. С его помощью проверяется усвоение студентами материала, пройденного за 6-8 недель. Эта проверка должна быть достаточно глубокой с тем, чтобы одновременно служить подготовкой к предстоящему экзамену.

Должно быть разработано несколько вариантов тестовых заданий с тем, чтобы близко сидящие студенты имели разные варианты.

Тест желательно компоновать из пяти или десяти вопросов примерно одинаковой сложности, что облегчает преподавателю выставление оценок по количеству верных ответов. При промежуточном числе равных по сложности вопросов, например, 7 – 8 можно придать каждому вопросу весовой коэффициент в зависимости от сложности с таким расчетом, что сумма весовых коэффициентов равнялась 10.

Неудовлетворительно написанные контрольные работы переписываются студентами повторно по другому варианту. Важным методическим требованием при проведении тестирования является своевременное ознакомление студентов с допущенными в нем ошибками.

Программу разработал (и):

Шевкун Н.А., к.с-х.н., доцент _____ (подпись)

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины «Б1.О.11 ГИДРАВЛИКА »
ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электропривод и автоматика» (квалификация выпускника – бакалавр

Андреевым Сергеем Андреевичем, доцентом кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина», кандидатом технических наук, (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электропривод и автоматика» **(бакалавр)** разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко (разработчик – Шевкун Николай Александрович, доцент, к.с-х.н.).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Гидравлика» (далее по тексту Программа) *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе ***актуальность*** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе ***цели*** дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».
В соответствии с Программой за дисциплиной «Гидравлика» закреплено 2 ***компетенции***. Дисциплина «Гидравлика» и представленная Программа *способна реализовать* их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.

4. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидравлика» составляет 4 зачётные единицы (144 часа).

5. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Гидравлика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

6. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

7. Программа дисциплины «Гидравлика» предполагает 17 занятий в интерактивной форме.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

9. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (выполнение и защита лабораторных работ, участие в тестировании, выполнение расчетно-графической работы и аудиторных заданиях - работа с технической литературой), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

10. Формы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, Интернет-ресурсы – 4 источника и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Гидравлика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Гидравлика».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидравлика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электропривод и автоматика» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Шевкуном Николаем Александровичем, доцентом, к.с-х.н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Андреев С.А., доцент кафедры «Автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина», к.т.н.

_____ «05» 09 2024 г.

(подпись)